

# SOLID-STATE IMAGING DEVICE

**Publication number:** JP2002252341

**Publication date:** 2002-09-06

**Inventor:** KONDO RYUJI

**Applicant:** FUJI FILM MICRODEVICES CO LTD; FUJI PHOTO FILM CO LTD

**Classification:**

- International: **H01L27/148; H01L27/14; H01L31/10; H04N5/335; H01L31/10; H01L27/148; H01L27/14; H01L31/10; H04N5/335; H01L31/10; (IPC1-7): H01L27/148; H01L27/14; H01L31/10; H04N5/335**

- European:

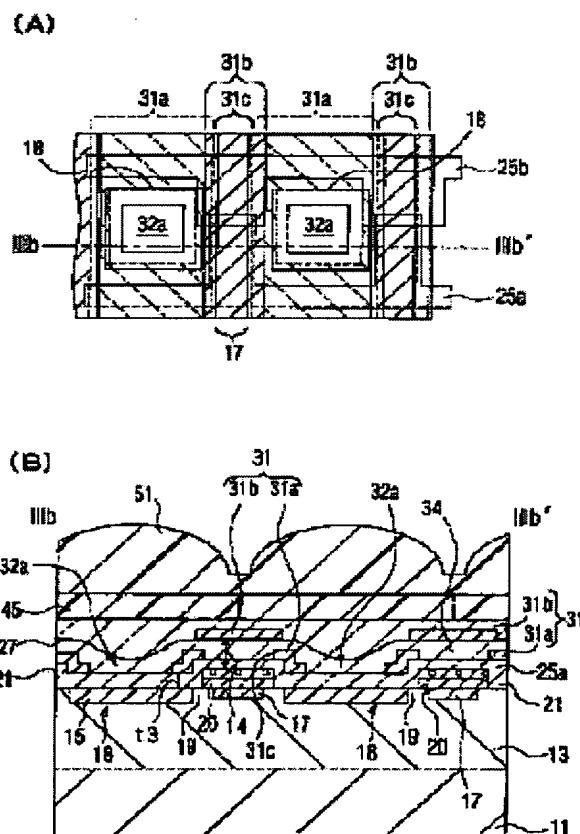
**Application number:** JP20010047605 20010223

**Priority number(s):** JP20010047605 20010223

Report a data error here

## Abstract of JP2002252341

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a solid-state imaging device which can reduce a parasitic capacity formed between a conductive light-shielding film and a light-shielded part, especially a charge transfer electrode, while maintaining a light-shielding property for a non-light-receiving part such as a vertical charge transfer channel. **SOLUTION:** This solid-state imaging device comprises a substrate 11, a large number of photoelectric elements 18 comprising a light-receiving plane which are made into a matrix form on one surface of the substrate 11. Furthermore, the device comprises conductive light-shielding films including a first conductive light-shielding film 31a which is formed on the one surface and opens the photo receiver planes while covering the non-light-receiving planes formed in the region, except the light-receiving plane and also has an opening in a part of the non-light-receiving plane and a second conductive light-shielding film 31b covering the opening from its upper side.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(43)公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)

(51) IntCl<sup>7</sup>

**識別記号**

FI

テーマコード・(参考)

H01L 27/148

H04N 5/335

U 4M118

27/14

H01L 27/14

**B 5 C 0 2 4**

31/10

D 5 F 0 4 9

H04N 5/335

31/10

A

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2001-47605(P2001-47605)

(22) 出願日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(71)出願人 391051588

富士フイルムマイクロデバイス株式会社  
宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社  
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 近藤 隆二

宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地

富士フイルムマイクロデバイス株式会社内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

[最終頁に続く](#)

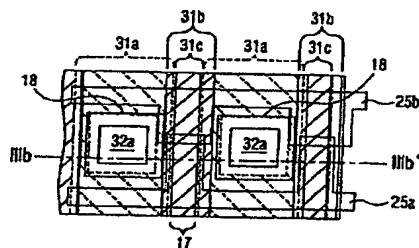
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57)【要約】 (修正有)

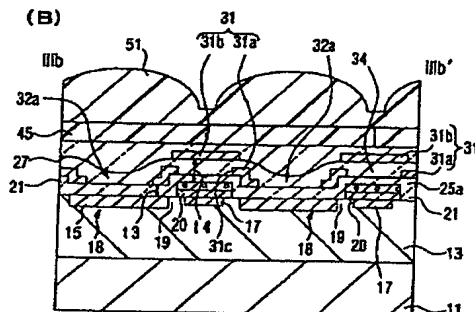
【課題】 垂直電荷転送チャンネル等の非受光部への遮光性を維持しつつ、導電性遮光膜と被遮光部、特に電荷転送電極との間に形成される寄生容量を低減できる固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 基板１１と、基板の一表面側に行列状に形成され受光面を有する多数個の光電変換素子１８と、一表面側に形成され、受光面を開口するとともに、受光面以外の領域に形成されている非受光面を覆い、かつ、非受光面の一部に開口部を有する第１の導電性遮光膜３１ａと、開口部の上方から開口部を覆う第２の導電性遮光膜３１ｂと、を含む導電性遮光膜とを有する固体撮像装置。

(A)



(B)



FP03-0327  
-00CN-HP

'07. 9. 28

OA

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板の一表面に行列状に形成され、受光面を有する多数個の光電変換素子と、前記一表面上に形成され、前記受光面上を開口するとともに、前記受光面以外の非受光面を覆い、かつ、前記非受光面の一部に開口部を有する第1の導電性遮光膜と、前記開口部の上方から前記開口部を覆う第2の導電性遮光膜と、を含む導電性遮光膜とを有する固体撮像装置。

【請求項2】 さらに、前記光電変換素子に蓄積された電荷を転送する電荷転送チャンネルが、前記基板の一表面に、前記開口部に沿うとともに、前記光電変換素子の列にそれぞれ近接して1本ずつ形成されている請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項3】 さらに、前記第1導電性遮光膜と前記第2の導電性遮光膜とを接続する導電性の接続プラグを有する請求項1又は2に記載の固体撮像装置。

【請求項4】 基板と、該基板の一表面に行列状に形成され受光面を有する多数個の光電変換素子と、前記一表面に形成され、前記受光面を開口するとともに、前記受光面以外の非受光面を覆い、かつ、前記非受光面の一部に開口部を有する第1の導電性遮光膜と、前記開口部の上方の領域又は下方の領域のうち少なくともいずれか一方を含む領域に形成された第2の導電性遮光膜と、を含む導電性遮光膜と前記開口を囲む電流ループを多数形成するように前記第1導電性遮光膜と前記第2の導電性遮光膜とを列方向又は行方向に直列に接続する接続プラグを有する固体撮像装置。

【請求項5】 前記電流ループが、行方向および列方向に隣接する光電変換素子間で逆方向に電流が流れるように形成されている請求項4に記載の固体撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体撮像装置に関するものであり、特に基板上に形成された多数個の光電変換素子を有する固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般的に、CCD固体撮像装置においては、半導体基板上に光電変換素子（フォトダイオード）が行列状に形成されている。光電変換素子に蓄積された電荷を転送するための垂直電荷転送路が一系列の光電変換素子に対して1本ずつ形成されている。

【0003】 図10（A）および図10（B）は、一般的な固体撮像装置の構造を示す図であり、図10（A）は平面図、図10（B）は図10（A）のA-A'線に沿う断面図である。

【0004】 図10（A）および図10（B）に示すように、n型半導体基板101上に、p型半導体層103が形成されている。p型半導体層103に、n型半導体層105およびn型半導体層107が形成されている。

n型半導体層105とp型半導体層103とによりp-n接合を有する光電変換素子（フォトダイオード）108が形成される。n型半導体層107は、光電変換素子108に蓄積されている電荷を転送するための垂直電荷転送チャンネルを形成する。垂直電荷転送チャンネル上に、第1の絶縁膜110を介して1層目の多結晶シリコンにより形成された第1の電荷転送電極115aが形成されている。

【0005】 図10（B）には示されていないが、同様に2層目の多結晶シリコンにより第2の電荷転送電極115b（図10（A））が形成されている。第1の電荷転送電極115aと第2の電荷転送電極115bとが垂直方向に交互に形成され、垂直電荷転送チャンネルとともに、垂直電荷転送路を形成している。垂直電荷転送路は、光電変換素子108に蓄積されている電荷を転送する。

【0006】 第1および第2の電荷転送電極115a、115bを覆って半導体基板上に第1の層間絶縁膜111が形成されている。第1の層間絶縁膜111の上に、個々の光電変換素子108の受光面に開口部121aを有する導電性遮光膜121が形成されている。導電性遮光膜121は、垂直電荷転送路107などの非受光面上を覆う。

【0007】 絶縁膜111および遮光膜121を覆うように第2の層間絶縁膜（平坦化膜）117が形成されている。平坦化膜117の上にカラーフィルタ125およびマイクロレンズ131が形成されている。

【0008】 マイクロレンズ131により集光された光は、開口部121aを通り光電変換素子108内に入射する。導電性遮光膜121は、光電変換素子以外の領域における入射光の影響を低減する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 図10（B）に示すように、導電性遮光膜121とその下の半導体基板101表面との間隔t1および導電性遮光膜121と電荷転送電極115との間の間隔t2とは、いずれも、第1の層間絶縁膜111の厚さにより決められる。すなわち、ほぼ、t1=t2の関係が成り立つ。

【0010】 ところで、垂直電荷転送路チャンネルなどの非受光面を遮光するという観点からみれば、t1をなるべく小さくすれば光は入りにくくなる。ところが、t1を小さくしすぎると導電性遮光膜121と電荷転送電極115との間に形成される寄生容量が増大してしまう。t2もt1と同時に小さくなるためである。

【0011】 本発明は、垂直電荷転送チャンネル等の非受光部への遮光性を維持しつつ、導電性遮光膜と被遮光部、特に電荷転送電極との間に形成される寄生容量を低減できる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明の一観点によれ

ば、基板と、該基板の一表面に行列状に形成され、受光面を有する多数個の光電変換素子と、前記一表面上に形成され、前記受光面上を開口するとともに、前記受光面以外の非受光面を覆い、かつ、前記非受光面の一部に開口部を有する第1の導電性遮光膜と、前記開口部の上方から前記開口部を覆う第2の導電性遮光膜と、を含む導電性遮光膜とを有する固体撮像装置が提供される。

【0013】第1の導電性遮光膜は下層に形成され受光面を開口するとともに、非受光面の一部に開口部を有する。第2の導電性遮光膜は、第1の導電性遮光膜上に10 いて開口部を覆うように形成される。第1の導電性遮光膜の位置により遮光性を向上させ、第2の導電性遮光膜の位置により寄生容量を低減することができる。

【0014】本発明の他の観点によれば、基板と、該基板の一表面に行列状に形成され受光面を有する多数個の光電変換素子と、前記一表面上に形成され、前記受光面を開口するとともに、前記受光面以外の非受光面を覆い、かつ、前記非受光面の一部に開口部を有する第1の導電性遮光膜と、前記開口部の上方の領域又は下方の領域のうち少なくともいずれか一方を含む領域に形成された第2の導電性遮光膜と、を含む導電性遮光膜と、前記開口を囲む電流ループを多数形成するように前記第1導電性遮光膜と前記第2の導電性遮光膜とを列方向又は行方向に直列に接続する接続プラグを有する固体撮像装置が提供される。

【0015】上記の固体撮像装置によれば、前期電流ループを形成する導電性遮光膜に電流を流すことにより、光電変換素子に垂直な方向に磁場を形成できる。この磁場により、各光電変換素子内に蓄積された電子を光電変換素子内に閉じ込めておくことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図1から図3までを参照して、本発明の第1の実施の形態による固体撮像装置について説明する。

【0017】図1は、デジタルスチルカメラなどの撮像装置Xの機能ブロック図である。図1に示すように、撮像装置Xは、固体撮像装置1と、駆動信号発生装置3と、出力信号処理装置5と、記憶装置7と、表示装置9とを備えている。

【0018】駆動信号発生装置3は、固体撮像装置1を駆動するための駆動信号を発生する。駆動信号としては、例えば、固体撮像装置1内の水平CCD駆動信号、垂直CCD駆動信号、出力アンプ駆動信号などの信号を発生することができる。出力信号処理装置5は、固体撮像装置1からの出力信号を処理する装置である。出力信号処理装置5からの出力信号は、記憶カードなどの記憶装置7に記憶されるとともに、液晶表示装置などの表示装置9に表示させることもできる。

【0019】図2は、固体撮像装置の概略的な平面図である。固体撮像装置1は、行列状に配置された多数の光

電変換素子（フォトダイオード）18と、垂直電荷転送チャネル17と、垂直電荷転送チャネル17内の電荷を転送するための電極に電圧を印加するための水平駆動部12と、水平電荷転送チャネル14と、出力アンプ16とを含む。

【0020】垂直電荷転送チャネル17は、列方向に並ぶ光電変換素子18に近接し、1の光電変換素子列に対して1本ずつ設けられている。垂直電荷転送チャネル17と光電変換素子18との間に、光電変換素子18内に蓄積されている電荷を読み出すための読み出しゲート19が設けられている。水平駆動部12は、垂直電荷転送チャネル17内の電荷を転送するための駆動信号を発生する。水平電荷転送チャネル14は、垂直電荷転送チャネル17から転送されてきた電荷を出力アンプ16の方向に転送する。出力アンプ16は、水平電荷転送チャネル内を転送されてきた電荷の信号を増幅して出力信号処理装置5（図1）に出力する。

【0021】図3（A）は、図2のうち光電変換素子18を含む部分を拡大して示した平面図である。図3（B）は、図3（A）のI-I'-I''-I'''線に沿う断面図である。

【0022】図3（A）および図3（B）に示すように、n型シリコン半導体基板11上に、p型半導体層13が形成されている。p型半導体層13に、n型半導体層15およびn型半導体層17が形成されている。n型半導体層15の上面に受光面が、n型半導体層17の上面を含む領域に非受光面が形成される。n型半導体層15とp型半導体層13とによりp-n接合を有する光電変換素子18が形成される。n型半導体層は、光電変換素子18に蓄積されている電荷を転送するための垂直電荷転送チャネル17を形成する。

【0023】垂直電荷転送チャネル17上に、例えば酸化シリコンにより形成された第1の絶縁膜20を介して1層目の多結晶シリコン（1ポリ）により第1の電荷転送電極25aが形成されている。図3（B）には示されていないが、同様に2層目の多結晶シリコン（2ポリ）により第2の電荷転送電極25b（図3（A））が形成されている。第1の電荷転送電極25aと第2の電荷転送電極25bとが垂直電荷転送チャネル17に沿って垂直方向に交互に形成され、垂直電荷転送チャネル17とともに、垂直電荷転送路を形成している。垂直電荷転送路は、光電変換素子18に蓄積されている電荷を転送する。

【0024】第1および第2の電荷転送電極25a、25bを覆って半導体基板11上に、例えば酸化シリコンにより第1の層間絶縁膜21が形成されている。第1の層間絶縁膜21の上に、個々の光電変換素子18の受光面に開口32aを有する第1の導電性遮光膜31aが形成されている。第1の導電性遮光膜31aは、例えばタングステン膜（W膜）により形成され、第1の電荷転送

電極25a又は第2の電荷転送電極25b(図3(A))の上方に開口部31cを有している。開口部31cは、垂直電荷転送チャネル17aに沿って形成されており、例えば、第1の電荷転送電極25a又は第2の電荷転送電極25bの幅と同程度の幅を有している。

【0025】第1の層間絶縁膜21上に、第1の導電性遮光膜31aを覆って、例えば酸化シリコンにより第2の層間絶縁膜27が形成されている。第2の層間絶縁膜27上に、開口部31cを覆うように、例えばアルミニウム層により第2の導電性遮光膜31bが形成されている。第2の導電性遮光膜31bは、垂直電荷転送チャネル17aに沿って形成されており、好ましくは、開口部31cよりも少し広い領域上に形成される。尚、第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとは、例えば、いずれかの箇所においてプラグ電極などにより接続されていても良い。加えて、第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは、接地電位に落とされているのが好ましい。

【0026】第2の層間絶縁膜27上に、第2の導電性遮光膜31bを覆うように第3の層間絶縁膜(平坦化膜)37が例えばPSG膜により形成されている。平坦化膜37の上にカラーフィルタ45およびマイクロレンズ51が例えばフォトリソ膜により形成されている。マイクロレンズ51により集光された光は、光電変換素子18上の開口部32aを通り光電変換素子18内に入射する。

【0027】第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとにより、垂直電荷転送チャネル17aを含む非受光面を遮光する導電性遮光膜31を形成し、光電変換素子以外の領域における入射光の影響を低減する。

【0028】第1の導電性遮光膜31aとその下の半導体基板11表面との間隔 $t_3$ は、第1の層間絶縁膜21の厚さ $t_3$ により決められる。一方、第2の導電性遮光膜31bと電荷転送電極25aとの間隔 $t_4$ は、第1の層間絶縁膜21の厚さ $t_3$ と第2の層間絶縁膜27の厚さ $t_5$ との和になる。すなわち、 $t_3 < t_4$ の関係が成り立つ。第1の層間絶縁膜21の厚さ $t_3$ と第2の層間絶縁膜27の厚さ $t_5$ とを、プロセスで許容される範囲内において調整すれば、 $t_3$ と $t_4$ との関係を任意に設定することができる。

【0029】上記の固体撮像装置においては、垂直電荷転送チャネルなどの被遮光部を遮光するという観点から、光が入らないように $t_3$ をなるべく小さくするとともに、 $t_4$ を厚くすることができ、導電性遮光膜31と電荷転送電極25との間に形成される寄生容量の増大を防止できる。

【0030】本実施の形態による固体撮像装置においては、第1の導電性遮光膜31aをタングステン膜により、第2の導電性遮光膜を第1の導電性遮光膜31aと

は異なるアルミニウム膜により形成している。タングステン膜は、光の反射率が低く、フレアの影響が少ないので、 $t_3$ のギャップを有する部分における遮光という意味では好ましい。一方、アルミニウム膜は電気抵抗が低い。後述するように、導電性遮光膜に電流を流す場合には、アルミニウム膜の存在により電気抵抗を大幅に低減することができる。もちろん、第1および第2の導電性遮光膜を同じ材料で形成しても良い。

【0031】尚、上記の実施の形態においては、導電性遮光膜を、第1及び第2の2種類の導電性遮光膜により形成したが、もちろん3種類以上の導電性遮光膜により形成しても良い。

【0032】例えば、図7、図8又は図9(A)に示す構造を有する固体撮像装置においては、行方向に隣接する画素(例えば、図7の画素P51と画素P52又は画素P53と画素P54)において、隣接する第1の導電性遮光膜(例えば図7では、画素P51の第1の導電性遮光膜31aと画素P52の第1の導電性遮光膜31aと)が列方向に近接して形成されている。導電性遮光膜を第1及び第2の2層で形成する場合には、画素P51の第1の導電性遮光膜31aと画素P52の第1の導電性遮光膜31aとが同じレベル(層間絶縁膜)上に形成することになる。

【0033】これに対して、画素P51の導電性遮光膜31aと画素P52の導電性遮光膜31aとを異なるレベル(例えば、画素P51の導電性遮光膜31aを第1層目に形成し、画素P52の導電性遮光膜31aを第2層目に形成する)にするとすれば、これらの2層の導電性遮光膜を空間的に分離し、上から見た場合に一部重なるように形成することもできる。このようにすれば、画素P51と画素P52の間のスペースを短縮または一部重複させることも可能となり、画素の高密度化が可能となる。尚、このような場合には、第2導電性遮光膜31bは、3層目に形成することができる。

【0034】また、上記の実施の形態においては、CCD固体撮像装置を例にして説明したが、MOS型固体撮像装置においても、非受光面に遮光膜を設けて入射光の影響を低減することができる。非受光面には、例えばCMOSTランジスタなどが設けられており、CMOSTランジスタ間には配線が設けられている。このような配線上又はCMOSTランジスタ上に前記受光エリアに開口部を有した遮光膜を設ける場合にも、2層以上の遮光膜により形成すると良い。1層目の導電性遮光膜は、受光エリアに開口部を有しており、2層目の導電性遮光膜は、1層目の遮光膜と重なる部分を有するとともに、上記のCMOSTランジスタや配線上に形成する。遮光性を向上させつつCMOSTランジスタ又は配線と導電性遮光膜との間に形成される寄生容量を低減することができる。

【0035】次に、本発明の第2の実施の形態による固

体撮像装置について図4から図8までを参照して説明する。

【0036】まず、本実施の形態による固体撮像装置の動作原理について図4(A)から図4(D)までを参照して説明する。

【0037】図4(A)は、固体撮像装置の受光面およびその周辺部の構造を簡略化して示す斜視図である。図4(B)は、図4(A)のIVb-IVb'線に沿う断面図である。図4(C)および図4(D)は、図4

(A)及び図4(B)に示す構造を真上からみた平面図である。

【0038】図4(A)及び図4(B)に示すように、半導体基板11にp型半導体層13とn型半導体層15とにより形成されるp-n接合を有する光電変換素子18が形成されている。半導体基板11上に、絶縁膜21が形成されている。絶縁膜21の上に、光電変換素子18の受光面に開口部32aを有する導電性遮光膜31が形成されている。

【0039】導電性遮光膜31は、開口部32aに沿って開口部の周りを囲むとともに、交差点Cにおいて、絶縁膜を介してある所定距離だけ隔てて上下に重なる“らせん”状に形成されている。導電性遮光膜31に電流Iを流すと、らせん構造によって受光面の開口32aの外周に沿って電流ループが形成される。この電流ループに電流が流されている間は、図4(A)および図4(B)に示されるように、光電変換素子18内において、基板表面に垂直な法線方向に強さHの磁場が形成される。この磁場の影響により、光電変換素子18内に蓄積される電荷(電子)は、ローレンツ力を受ける。

【0040】図4(C)は導電性遮光膜31に電流を流していない場合(磁場が発生していない場合)の電荷(電子)の動きを模式的に示した図であり、図4(D)は、導電性遮光膜に電流を流した場合の電荷(電子)の動きを模式的に示した図である。

【0041】図4(C)に示すように、導電性遮光膜に電流を流していない場合には、電荷は、濃度勾配に従って拡散するか、或いは電界が存在する場合には、その電界に従って動くことになる。図に示すように、電荷の動きは決められていないため、場合によっては光電変換素子内から外部に(例えば垂直電荷転送チャネルに向けて)漏れる場合もある。

【0042】一方、導電性遮光膜に電流を流した場合には、図4(D)に示すように、電流の流れに沿って(導電性遮光膜に沿って)動く電荷は、光電変換素子内に留まらせる方向に外力(いわゆるピンチ作用)を受けるため、光電変換素子内から外部に(例えば垂直電荷転送チャネルに向けて)漏れる可能性が低減する。

【0043】従って、導電性遮光膜に電流を流すと、スミアの影響を低減することができるとともに、光電変換素子の感度が向上する。

【0044】尚、現状の固体撮像装置において、上記の構造を形成した場合には、例えば数mA程度の電流を流せば、上記のような電子の閉じ込め効果を得ることができる。

【0045】以下、上記の原理に基づく固体撮像装置に関し、図5から図9までを参照して、第1から第6までの各実施例として説明する。

【0046】(第1実施例)図5(A)から図5(C)までを参照して、第1実施例について説明する。図5(A)は、導電性遮光膜の基本構成を示す平面図である。図5(B)は、図5(A)のVb-Vb'断面図であり、図5(C)は、図5(A)に対応するより詳細な平面構造を示す図である。

【0047】図5(A)に示す平面図には、4つの光電変換素子を含む4つの画素P31からP34までが示されている。第1の画素P31においては、光電変換素子の周りをほぼ一周する第1の導電性遮光膜31aが形成されており、電流ループを形成している。第1の画素P31の左上隅に形成されている接続点51aにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。

【0048】第1の画素P31と列方向に隣接して第2の画素P32が形成されている。第2の導電性遮光膜31bが、接続点51aから列方向下方に延びて第2の画素P32の周りを約3/4周する。第2の画素の接続点左上隅に形成されている接続点51bにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜51aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、接続点51bからさらに列方向下方に向けて延びている。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第2の画素P32の周りを約1と1/4周することになる。

【0049】電流は、第1の導電性遮光膜31aの一端にトランジスタを介して接続された電源Vsと、他端の接地点(GND)との間に流れる。電源は、例えば、垂直駆動部の電源を利用すれば良い。

【0050】第1の画素P31の右隣に存在する第3の画素P33においては、第2の導電性遮光膜31bが第3の画素P33の周りを約3/4周する。第3の画素P33の左上隅に形成されている接続点51cにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、接続点51cからさらに列方向下方に向けて延びている。第3の画素の列方向の下方に、第4の画素P34が形成されている。接続点51cから下方に延びた第1の導電性遮光膜31aは、第4の画素P34の上辺において右側にターンし、第4の画素の周りをほぼ一周する。第4の画素P34の左上隅の接続点51dにおいて、第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、さらに列方向下方に延びる。これら第1及び第2の導電性遮光膜3

1a及び31bは第4の画素P34の周りを約1と1/4周することになる。

【0051】上記の構造においては、電流ループに流れる電流の回転方向は、列方向および行方向に関して隣接する画素に対して、逆方向周りになっている。隣り合う画素では、磁力線の向きが反対方向になる。隣接する画素間において互いに近接している遮光性導電膜（配線）に流れる電流の向きが常に同じ方向になる。

【0052】固体撮像装置において通常用いられる色配列であるベイヤ配列を用いた場合には、画素P31とP34とがG（緑色）となり、P32はB（青色）、P33はR（赤色）となる。同色のGが逆方向になるため、例えば電流の向きによりスミア量が多少変動したとしても、Gに関してはキャンセルされるため、実際の画像に与える影響を低減することができる。

【0053】図5（B）は、具体的な固体撮像装置の平面図であり、図5（C）は図5（B）のVb-Vb'断面図である。

【0054】図5（B）及び図5（C）に示す構造は、図3（A）及び図3（B）に示す構造とほぼ同様である。但し、行方向に隣接する画素P31と画素P33との導電性遮光膜の構造が異なっている。

【0055】すなわち、図5（B）、（C）に示す構造では、隣接する画素P31とP33とで、第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとの形状が異なっている。図5（A）に示すように、本実施例による固体撮像装置では、隣接する画素において電流の流れる方向を逆にした。従って、画素P31では、光電変換素子18の開口部32aの形状を規定するのは第1の導電性遮光膜31aであるのに対して、画素P33では、光電変換素子18の開口部32aの形状を規定するのは第1の導電性遮光膜31aよりも上層の第2の導電性遮光膜31bである。

【0056】この構造において、第1及び第2の導電性遮光膜31a、31bは、共にタングステン（W）膜を用いた。特に、開口部32aを画定する導電性遮光膜である第2の導電性遮光膜31bは、フレアを防止するために反射率の低いタングステン膜を用いるのが好ましい。

【0057】尚、第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとで異なる材料を用いても良い。例えば、第2の導電性遮光膜31bをタングステン膜により形成し、第1の導電性遮光膜31aをタングステンのケイ化物（WSi）により形成しても良い。その他の金属膜、半導体膜、合金膜やこれらの多層膜により形成しても良い。

【0058】図5（C）に示す右側の遮光膜の構造は、第1の導電性遮光膜31aの開口の下方に、この開口を下から塞ぐように第2の導電性遮光膜31bが形成されている。

10 【0059】尚、図5（C）に示す構造では、第1の実施の形態による固体撮像装置と異なり、第2の導電性遮光膜と第1の電荷転送電極25aとの間の絶縁膜の厚さは薄く、寄生容量を低減することはできない。

【0060】尚、以下に説明する各実施例による固体撮像装置においても、列方向に隣接する画素同士、行方向に隣接する画素同士は、電流の流れる向きが逆になっている。

【0061】（第2実施例）図6を参照して、第2実施例について説明する。図6は、導電性遮光膜の基本構成を示す平面図であり、図5（A）に対応する図である。

【0062】図6に示す平面図には、4つの光電変換素子を含む4つの画素P41からP44までが示されている。第1の画素P41においては、光電変換素子の周りをほぼ一周する第2の導電性遮光膜31bが形成されており、電流ループを形成している。第1の画素P41の左上隅に形成されている接続点61aにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。

20 【0063】第1の画素P41と列方向に隣接して第2の画素P42が形成されている。第1の導電性遮光膜31aが、接続点61aから列方向下方に延びて第2の画素P42の周りを約1周する。第2の画素P42の左上隅に形成されている接続点61bにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、接続点61bからさらに列方向下方に向けて延びている。

30 【0064】第1の画素P41の右隣に存在する第3の画素P43においては、第2の導電性遮光膜31bが第3の画素P43の周りを約3/4周する。第3の画素P43の左上隅に形成されている接続点61cにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、接続点61cからさらに列方向下方に向けて延びている。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第2の画素P32の周りを約1と1/4周することになる。

40 【0065】第3の画素P43の列方向の下方に、第4の画素P44が形成されている。接続点61cから下方に延びた第1の導電性遮光膜31aは、第4の画素P44の上辺において右側にターンし、第4の画素P44の周りをほぼ一周する。第4の画素P44の左上隅の接続点61dにおいて、第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、さらに列方向下方に延びる。

【0066】上記の構造では、各列の導電性遮光膜の構造が同じである。従って、電流ループに流れる電流の回転方向を行方向に隣接する画素において逆方向にするために、隣接する列ごとに電流を流す方向を変えている。

50 例えば、図に示すように、電源を取り付ける場所を列ご

とに上下させればよい。

【0067】このようにすれば、固体撮像装置において通常用いられる色配列であるベイヤ配列を用いた場合には、画素P41とP44とがG（緑色）となり、P42はB（青色）、P43はR（赤色）となる。同色のGは同方向に電流が流れる。

【0068】図6の構造では、G画素に関して、2つのG画素の周囲を流れる電流の方向が同じになっている。G画素の視感度は高い。従って、2つのG画素の電流の流れる方向を同じにすると、換言すれば層構造や形状などを同じにしておけば、スミアに対する影響などを含む固体撮像装置の種々の特性が揃うという利点がある。

【0069】本実施例による固体撮像装置においては、第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとの配置が、行方向に全て同じで良いので、形成するパターンは図5（A）に示す構造と比べて単純になる。

【0070】（第3実施例）図7に、第3実施例による固体撮像装置の構造を示す。4つの光電変換素子を含む4つの画素P51からP54までが示されている。第1の画素P51においては、その左上隅に形成されている接続点71aにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、光電変換素子の周りをほぼ一周し、電流ループを形成している。第1の画素P51の左上隅には、接続点71bも形成されており、接続点71bにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。

【0071】第1の画素P51と列方向に隣接して第2の画素P52が形成されている。第2の導電性遮光膜31bが、接続点71bから列方向下方に延びている。第2の画素P52の左上隅には、接続点71cが形成されており、接続点71cにおいて、第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは第2の画素P52の周りをほぼ一周している。第2の画素P52の左上隅には、接続点71dも形成されており、接続点71dにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、列方向下方に延びている。

【0072】第1の画素P51の右隣に存在する第3の画素P53においては、第2の導電性遮光膜31bが第3の画素P53の周りを約1/4周する。第3の画素P53の左下隅に形成されている接続点71eにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、接続点71cから延びて第3の画素P53の周りをほぼ3/4周し、次いで、列方向下方に延びている。第3の画素P53の列方向の下方に、第4の画素P54が形成されている。電源は、いずれも上側に形成されている。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第3

の画素P53の周りを約1と1/4周することになる。

【0073】第1の導電性遮光膜31aは、第4の画素P54をほぼ3/4周しており、第4の画素P54の左上隅に形成されている接続点71fにおいて、第2の導電性遮光膜31bと接続している。第2の導電性遮光膜31bは、さらに列方向下方に延びる。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第4の画素P54の周りを約1と1/4周することになる。

【0074】本実施例による固体撮像装置においては、画素を回る遮光膜中を流れる電流の向きが列ごとに同じ方向である。磁力線の間隔も1列の画素中では同じになる。

【0075】1つの画素に対して、第1又は第2の導電性遮光膜のいずれか一方のみでも電流ループを形成できるので、導電性遮光膜のパターンを比較的単純にできる。

（第4実施例）図8に、第4実施例による固体撮像装置の構造を示す。4つの光電変換素子を含む4つの画素P61からP64までが示されている。第1の画素P61においては、第2の導電性遮光膜31bがほぼ3/4周する。第1の画素P61の右上隅に形成されている接続点81aにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、画素P61の周りをほぼ3/4周し、電流ループを形成する。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第1の画素P61の周りを約1と1/4周することになる。

【0076】第1の画素P61と列方向に隣接して第2の画素P62が形成されている。第1の導電性遮光膜31aは、列方向に延びて第2の画素P62の周りをほぼ半周する。第2の画素P62の右下隅に接続点81bが形成されており、接続点81bにおいて、第1の導電性遮光膜31aは第2の導電性遮光膜31bと接続する。第2の導電性遮光膜31bは、第2の画素P62の周りをほぼ3/4周した後、列方向下方に延びる。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第2の画素P62の周りを約1と1/4周することになる。

【0077】第1の画素P61の右隣に存在する第3の画素P63においては、第1の導電性遮光膜31aが第3の画素P63の周りを約半周する。第3の画素P63の右下隅に形成されている接続点81cにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、接続点81cから延びて第3の画素P63の周りをほぼ3/4周し、次いで、列方向下方に延びている。第3の画素P63の列方向の下方に、第4の画素P64が形成されている。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第3の画素P63の周りを約1と1/4周することになる。

【0078】第2の導電性遮光膜31bは、第4の画素



## 13

P64をほぼ3/4周しており、第4の画素P64の右上隅に形成されている接続点81dにおいて、第1の導電性遮光膜31aと接続している。第1の導電性遮光膜31aは、さらに列方向下方に延びる。電源は、列ごとに上下反対方向に設ける。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第4の画素P64の周りを約1と1/4周することになる。

【0079】本実施例による固体撮像装置においては、第3実施例による固体撮像装置と同様に、画素を回る遮光膜中を流れる電流の向きが列ごとに同じ方向である。磁力線の方法も1列の画素中では同じになる。

【0080】この構造では、第1又は第2の導電性遮光膜のいずれかのみで長い距離延びており、かつ接続点の数も図7に示す構造よりも少ないため、構造が比較的単純になるという利点がある。

【0081】(第5実施例)図9(A)に、第5実施例による固体撮像装置の構造を示す。4つの光電変素子を含む4つの画素P71からP74までが示されている。第1の画素P71においては、第1の導電性遮光膜31aがほぼ半周する。第1の画素P71の右下隅に形成されている接続点91aにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、画素P71の周りをほぼ半周し、電流ループを形成した後、さらに下方に延びる。

【0082】第1の画素P71と列方向に隣接して第2の画素P72が形成されている。第2の導電性遮光膜31bは、第2の画素P72の周りをほぼ3/4周する。第2の画素P72の右上隅に接続点91bが形成されており、接続点91bにおいて、第2の導電性遮光膜31bは第1の導電性遮光膜31aと接続する。第1の導電性遮光膜31aは、第2の画素P72の周りをほぼ半周した後、列方向下方に延びる。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第2の画素P72の周りを約1と1/4周することになる。

【0083】第1の画素P71の右隣に存在する第3の画素P73においては、第1の導電性遮光膜31aが第3の画素P73の周りを約半周する。第3の画素P73の右下隅に形成されている接続点91cにおいて第1の導電性遮光膜31aと第2の導電性遮光膜31bとが接続されている。第2の導電性遮光膜31bは、接続点91cから延びて第3の画素P73の周りをほぼ3/4周し、次いで、列方向下方に延びている。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第3の画素P73の周りを約1と1/4周することになる。

【0084】第3の画素P73の列方向の下方に、第4の画素P74が形成されている。第2の導電性遮光膜31bは、第4の画素P74をほぼ3/4周しており、第4の画素P74の右上隅に形成されている接続点91dにおいて、第1の導電性遮光膜31aと接続している。第1の導電性遮光膜31aは、第4の画素P74の周りを

## 14

をほぼ半周し、さらに列方向下方に延びる。電源は、列ごとに上下反対方向に設ける。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第4の画素P64の周りを約1と1/4周することになる。

【0085】本実施例による固体撮像装置においては、第4および第5実施例による固体撮像装置と同様に、各列を構成する画素の周りを流れる電流の向きを同じにしている。

【0086】導電性遮光膜のパターンがいずれの画素列においても同じである上に、第1又は第2の導電性遮光膜のいずれかのみで長く延びており、かつ接続点の数も図7に示す第4実施例による固体撮像装置よりも少ないため、構造が簡単になる。

(第6実施例)図9(B)に、第6実施例による固体撮像装置の構造を示す。4つの光電変素子を含む4つの画素P81からP84までが示されている。

【0087】第1の画素P81においては、第2の導電性遮光膜31bが画素の周りをほぼ半周する。第1の画素P81の右下隅に形成されている接続点95aにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、画素P81の周りをほぼ3/4周し、電流ループを形成する。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第1の画素P81の周りを約1と1/4周することになる。

【0088】第1の画素P81と列方向に隣接して第2の画素P82が形成されている。第1の導電性遮光膜31aは、列方向に延びて第2の画素P82の周りをほぼ1周する。第2の画素P82の右上隅に接続点95bが形成されており、接続点95bにおいて、第1の導電性遮光膜31aは第2の導電性遮光膜31bと接続する。第2の導電性遮光膜31bは、列方向下方に延びる。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第2の画素P82の周りを約1と1/4周することになる。

【0089】第1の画素P81の右隣に存在する第3の画素P83においては、第2の導電性遮光膜31bが第3の画素P83の周りを約半周する。第3の画素P83の右下隅に形成されている接続点95cにおいて第2の導電性遮光膜31bと第1の導電性遮光膜31aとが接続されている。第1の導電性遮光膜31aは、接続点95cから延びて第3の画素P83の周りをほぼ3/4半周し、次いで、列方向下方に延びている。第3の画素P83の列方向の下方に、第4の画素P84が形成されている。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第3の画素P83の周りを約1と1/4周することになる。

【0090】第1の導電性遮光膜31aは、第4の画素P84をほぼ1周しており、第4の画素P84の左上隅に形成されている接続点95dにおいて、第2の導電性

遮光膜31bと接続している。第2の導電性遮光膜31bは、さらに列方向下方に延びる。これら第1及び第2の導電性遮光膜31a及び31bは第4の画素P84の周りを約1と1/4周することになる。

【0091】本実施例による固体撮像装置においては、第4から第6までの各実施例による固体撮像装置と同様に、各列を構成する画素の周りを流れる電流の向きを同じにしている。

【0092】導電性遮光膜のパターンがいずれの画素列においても同じである上に、第1又は第2の導電性遮光膜のいずれかのみで長く延びているため、構造が簡単になる。

【0093】以上、第2の実施の形態の第1から第6までの各実施例による固体撮像装置に関して説明したが、本実施の形態による固体撮像装置においては、導電性遮光膜に電流を流すことにより、電子を光電変換素子内に閉じこめておくことができる。従って、光電変換素子の感度が向上する。加えて、第1の実施の形態による固体撮像装置と同様に、第1の導電性遮光膜と第2の導電性遮光膜との構造と材料とを工夫することにより、スミ

アの影響を低減しつつ、寄生容量の低減による高速化が可能となる。

【0094】尚、本実施の形態において、下層の第1の導電性遮光膜と上層の第2の導電性遮光膜とのいずれか一方を用いて光電変換素子の受光面の開口を規定した。光電変換素子の受光面を規定する一方の導電性遮光膜に形成された開口部は、他方の導電性遮光膜により塞げばよい。他方の導電性遮光膜は、一方の導電性遮光膜の上方または下方のいずれかに形成すれば良い。一方の導電性遮光膜と他方の導電性遮光膜とは、導電性遮光膜とは

金属プラグ等により接続されていても良いし、直接接触させても良い。

【0095】他方の導電性遮光膜が開口部を覆う状態としては、様々な状態が含まれる。例えば、他方の導電性遮光膜が形成されている領域と開口部の領域とが完全に一致していても良いし、一部でオーバーラップしていても良い。他方の導電性遮光膜の領域が開口部領域を完全に包含していなくても、遮光機能が発揮されれば十分な場合もある。例えば、請求項4において、「前記開口部の上方の領域又は下方の領域のうち少なくともいずれか一方を含む領域に形成された第2の（他方の）導電性遮光膜」との記載は、上記のような様々な態様を含む広い表現として解釈すべきである。

【0096】第1および第2の実施の形態においては、主にCCDエリアセンサを例にして説明したが、これらに限定されるものではない。また、導電性遮光膜を2層で形成した例を示したが、3層以上で形成しても良い。少なくとも遮光膜のうちの1層を他の配線層と共通に形成しても良い。

【0097】もちろん、ハニカムCCDに適用すること

も可能である。尚、ハニカムCCDとは、以下のような構造を指す。

【0098】偶数列を構成している光電変換素子の各々は、奇数列を構成している光電変換素子に対し、各光電変換素子列内での光電変換素子同士のピッチの約1/2、列方向にずれている。同様に、偶数行を構成する光電変換素子の各々は、奇数行を構成する光電変換素子に対し、各光電変換素子行内での光電変換素子同士のピッチの約1/2、行方向にずれている。

【0099】光電変換素子列の各々は、奇数行または偶数行の光電変換素子のみを含んでいる。各光電変換素子に蓄積された信号電荷を転送するために、複数本の垂直転送CCDが形成されており、各垂直転送CCDは、蛇行しつつ、所定方向に信号電荷を転送する。

【0100】各垂直転送CCDは複数本の転送電極を含んで構成され、これら複数本の転送電極はハニカム状に配設されている。そして、複数本の転送電極をハニカム状に配設することによって生じる六角形の隙間それぞれに、上記の光電変換素子の各々が平面視上位置している。

【0101】本実施の形態による固体撮像装置の遮光膜の構造は、例えば、CCDラインセンサのみならずCMOSセンサにも適用できることは言うまでもない。また、原色カラーフィルタを有する固体撮像装置のみでなく、補色カラーフィルタを有する固体撮像装置にも適用できる。

【0102】以上、実施の形態に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者には自明であろう。

【0103】

【発明の効果】スミアの減少および寄生容量の低減による高速化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 デジタルスチルカメラなどの撮像装置Xの機能ブロック図である。

【図2】 固体撮像装置の概略的な平面図である。

【図3】 本発明の一実施の形態による固体撮像装置であり、図3(A)は、図2のうち光電変換素子18を含む部分を拡大して示した平面図である。図3(B)は、図3(A)のIIIb-IIIb'線断面図である。

【図4】 図4(A)は、固体撮像装置の受光部およびその周辺部の構造を簡略化して示す斜視図である。図4(B)は、図4(A)のIVb-IVb'線断面図である。図4(C)および図4(D)は、図4(A)及び図4(B)に示す構造を真上からみた平面図である。

【図5】 本発明の第2の実施の形態の第1実施例による固体撮像装置の構造を示す図であり、図5(A)は、導電性遮光膜の基本構成を示す平面図である。図5(B)は、図5(A)のVb-Vb'断面図であり、図

17

18

5 (C) は、図5 (A) に対応するより詳細な平面構造を示す図である。

【図6】 本発明の第2の実施の形態の第2実施例による固体撮像装置における、導電性遮光膜の基本構成を示す平面図であり、図5 (A) に対応する図である。

【図7】 本発明の第2の実施の形態の第3実施例による固体撮像装置の構造を示す。

【図8】 本発明の第2の実施の形態の第4実施例による固体撮像装置の構造を示す。

【図9】 図9 (A) は、本発明の第2の実施の形態の第5実施例による固体撮像装置の構造を示す平面図であり、図9 (B) は、第6実施例による固体撮像装置の構造を示す平面図である。

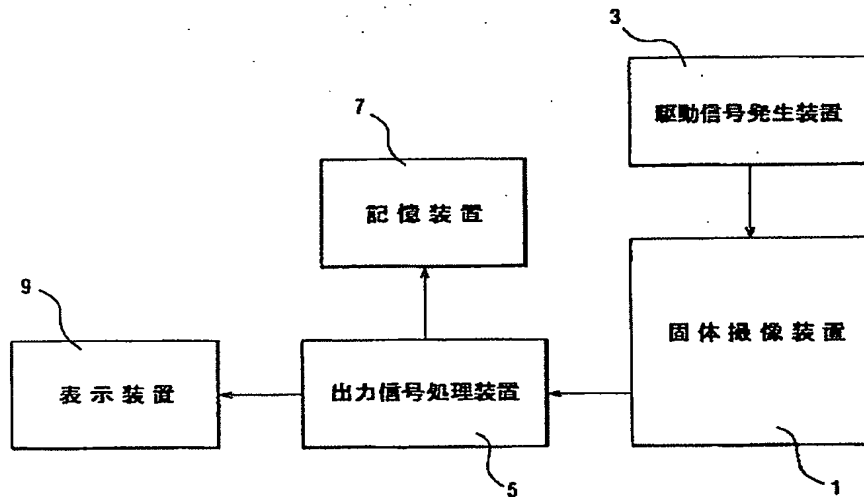
【図10】 一般的な固体撮像装置の構造を示す図であり、図10 (A) は平面図、図10 (B) は図10 (A) A-A' 線断面図である。

【符号の説明】

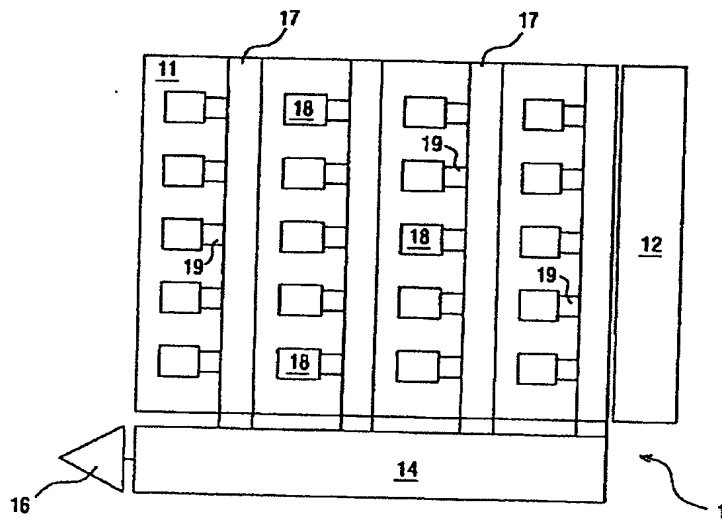
1 固体撮像装置

12 水平駆動部  
11 半導体基板  
13 p型半導体層  
14 水平電荷転送チャネル  
15 n型半導体層  
16 出力アンプ  
17 n型半導体層  
17a 垂直電荷転送チャネル  
18 光電変換素子 (フォトダイオード)  
20 第1の絶縁膜  
25a 第1の電荷転送電極  
25b 第2の電荷転送電極  
21 第1の層間絶縁膜  
27 第2の層間絶縁膜  
31a 第1の導電性遮光膜  
31b 第2の導電性遮光膜  
31c 開口部

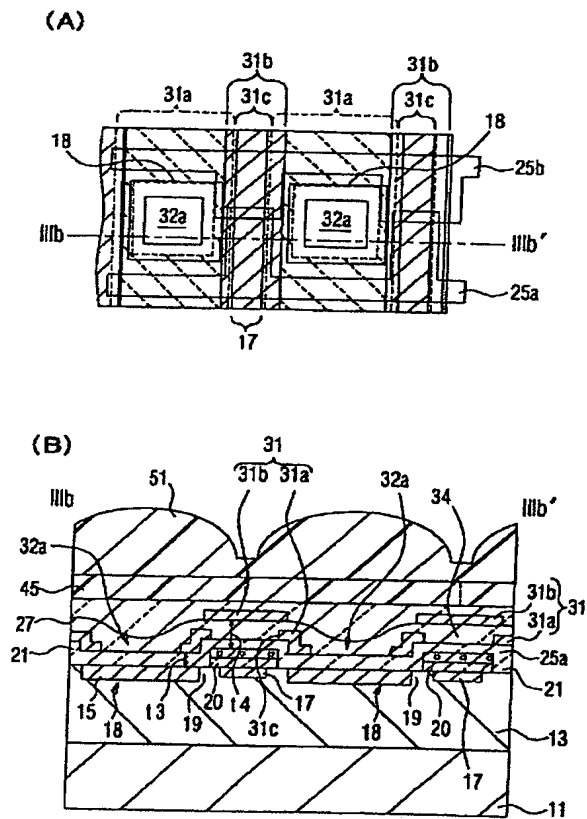
【図1】



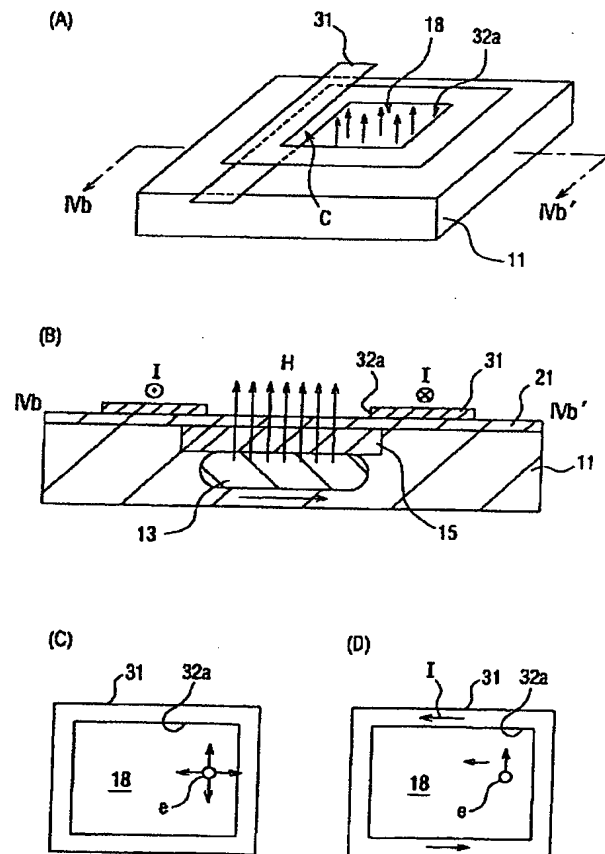
【図2】



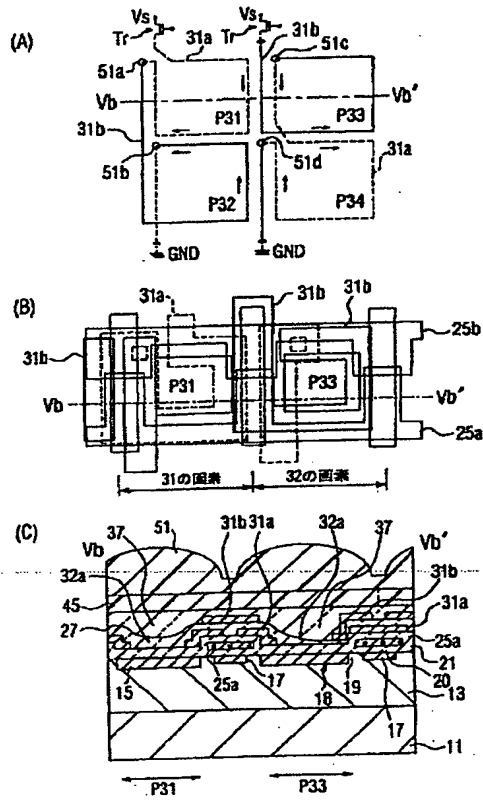
【図3】



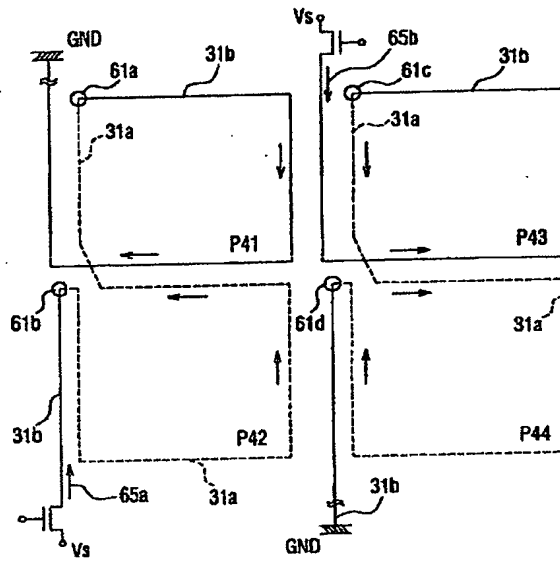
【図4】



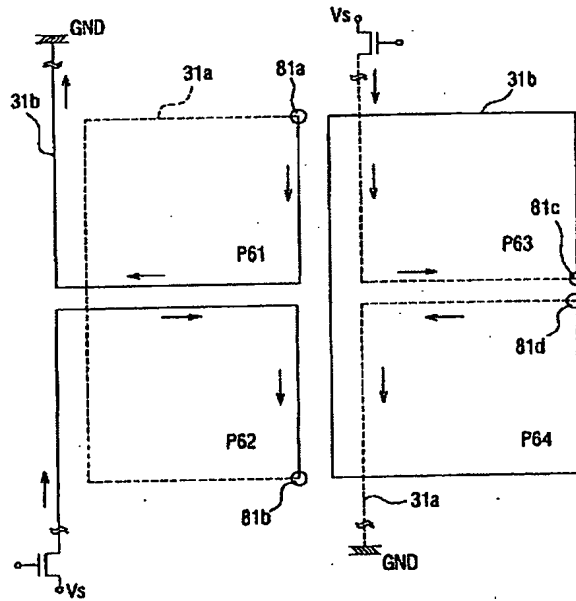
【図5】



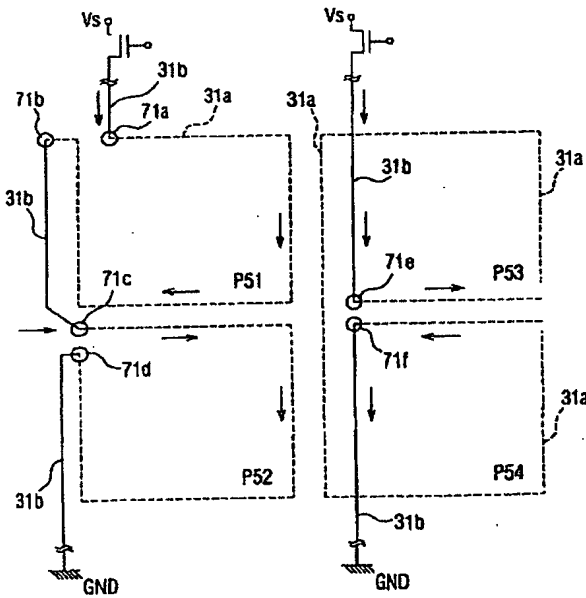
【図6】



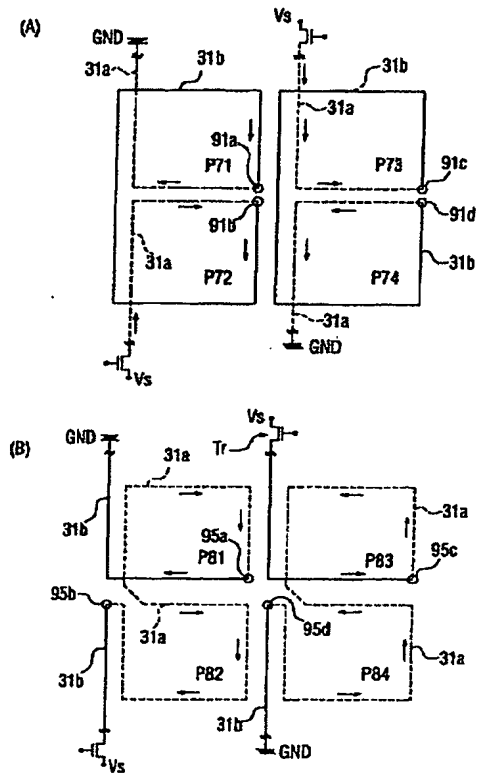
【図8】



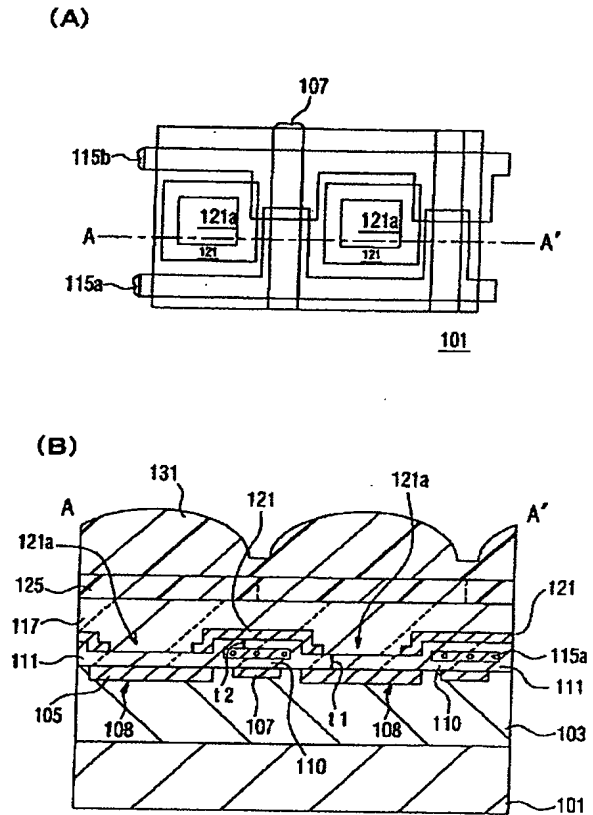
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA05 AA10 AB01 BA10 BA14  
 CA03 CB14 DA13 FA06 GB08  
 GB11 GB15 GB17 GC07 GC08  
 GC09 GC14 GD04  
 5C024 CX13 EX43 EX52 GX03 GY01  
 GY31  
 5F049 MA02 MB03 NA03 NA04 NB05  
 RA03 RA08 SZ10 TA13